

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-142082
 (43)Date of publication of application : 29.05.1998

(51)Int.CI.

G01L 3/10
 B62D 5/04
 B62D 5/06

(21)Application number : 08-295466

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 07.11.1996

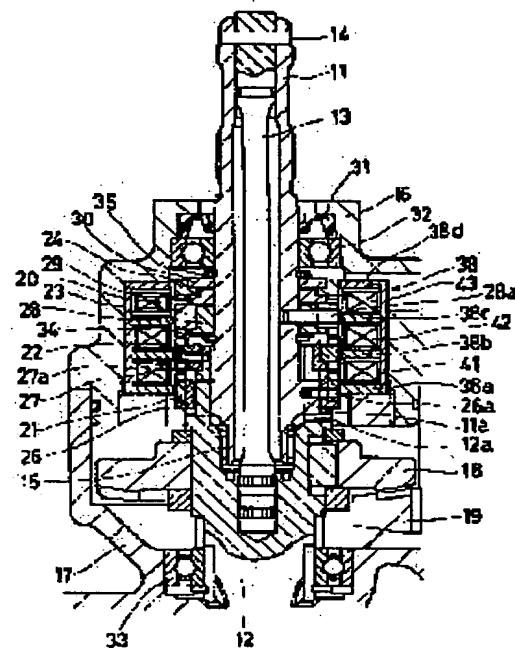
(72)Inventor : NATSUME MASANORI
 MATSUMOTO TSUTOMU
 ONODA JUN

(54) TORQUE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a torque sensor that can detect any one of disconnection, shortcircuiting, and rare short-circuiting.

SOLUTION: Two torque values are detected based on the relative displacement between first and second sensor rings 21 and 22 and that between second and third sensor rings 22 and 23, and each detection value is corrected by a temperature compensation value that is detected by third and fourth sensor rings 23 and 24, thus obtaining a temperature-compensated main output and sub output. Then, it can be detected whether there is a failure according to the difference between the both, thus detecting a failure such as a rare short-circuiting that could not be detected by prior arts.



This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-142082

(43)公開日 平成10年(1998)5月29日

(51)Int.Cl.

G 0 1 L 3/10
B 6 2 D 5/04
5/06

識別記号

F I

G 0 1 L 3/10
B 6 2 D 5/04
5/06

F
B

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全16頁)

(21)出願番号

特願平8-295466

(22)出願日

平成8年(1996)11月7日

(71)出願人

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(72)発明者

夏目 正則

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工

機株式会社内

(72)発明者

松本 勤

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工

機株式会社内

(72)発明者

小野田 潤

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工

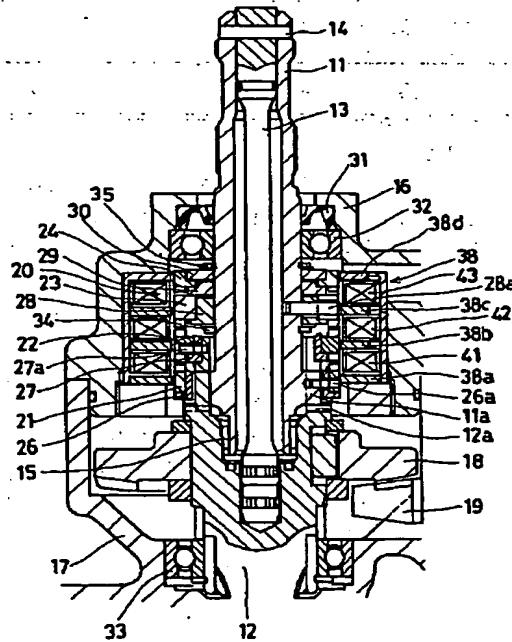
機株式会社内

(54)【発明の名称】 トルクセンサ

(57)【要約】

【課題】断線、ショートおよびレアショートのいずれの場合の異常も検出できるトルクセンサを提供することを目的とする。

【解決手段】第一第1、第2センサリング21、22の相対変位と、第2、第3センサリング22、23の相対変位に基づいて2つのトルク値を検出し、それぞれの検出値を第3、第4センサリング23、24より検出された温度補償値によって補正し、温度補償されたメイン出力とサブ出力を得る。そして、両者の差分によって異常があるか否かを検出できるようにしたために、レアショートのような従来検出できなかった異常を検出できるという効果を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】トーションバを介して連結された入力軸と出力軸との相対回転より前記入力軸と前記出力軸との間に生じる回転トルクを検出するトルクセンサにおいて、前記入力軸および前記出力軸のいずれか一方に取り付けられた第 1 センサ部および第 3 センサ部と、前記入力軸および前記出力軸のいずれか他方に取り付けられ前記第 1 センサ部と前記第 3 センサ部の間に位置する第 2 センサ部と、前記第 1 センサ部と前記第 2 センサ部との相対回転に基づいた第 1 検出手段と、前記第 2 センサ部と前記第 3 センサ部との相対回転に基づいた第 2 検出手段と、周囲温度に基づいた基準検出値を出力する第 3 検出手段と、前記第 1 検出手段から出力された前記第 1 検出値と前記第 3 検出手段から出力された前記基準検出値に基づいてメイン出力値を出力するメイン出力手段と、前記第 2 検出手段から出力された前記第 2 検出値と前記第 3 検出手段から出力された前記基準検出値に基づいてサブ出力値を出力するサブ出力手段と、前記第 1 検出手段から出力された前記第 1 検出値と前記第 2 検出手段から出力された前記第 2 検出値とにに基づいた差分値があらかじめ定められた許容範囲内にあるか否かを判断する出力値判断手段と、この出力値判断手段によって前記差分値があらかじめ定められた許容範囲内にないと判断された場合、異常処理を行う異常処理手段とを備えたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 2】トーションバを介して連結された入力軸と出力軸との相対回転より前記入力軸と前記出力軸との間に生じる回転トルクを検出するトルクセンサにおいて、前記入力軸および前記出力軸のいずれか一方に取り付けられた第 1 センサ部と他方に取り付けられた第 2 センサ部との相対回転に基づいた第 1 検出値を出力する第 1 検出手段と、前記入力軸および前記出力軸のいずれか一方に取り付けられた第 3 センサ部と他方に取り付けられた第 4 センサ部との相対回転に基づいた第 2 検出値を出力する第 2 検出手段と、周囲温度に基づいた基準検出値を出力する第 3 検出手段と、前記第 1 検出手段から出力された前記第 1 検出値と前記第 3 検出手段から出力された前記基準検出値に基づいてメイン出力値を出力するメイン出力手段と、前記第 2 検出手段から出力された前記第 2 検出値と前記第 3 検出手段から出力された前記基準検出値に基づいてサブ出力値を出力するサブ出力手段と、前記第 1 検出手段から出力された前記第 1 検出値と前記第 2 検出手段から出力された前記第 2 検出値とにに基づいて

た差分値があらかじめ定められた許容範囲内にあるか否かを判断する出力値判断手段と、

この出力値判断手段によって前記差分値があらかじめ定められた許容範囲内にないと判断された場合、異常処理を行う異常処理手段とを備えたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 3】前記出力値判断手段は、前記メイン出力手段から出力された前記メイン出力値と前記サブ出力手段から出力された前記サブ出力値との差分値があらかじめ定められた許容範囲内にあるか否かを判断することを特徴とする前記請求項 1 または前記請求項 2 記載のトルクセンサ。

【請求項 4】前記第 3 検出手段が周囲温度を検出する被検出部は、前記第 1 センサ部または前記第 3 センサ部に一体的に取り付けられていることを特徴とする前記請求項 1 から前記請求項 3 のいずれか 1 項に記載のトルクセンサ。

【請求項 5】前記出力値判断手段は、前記メイン出力手段から出力された前記メイン出力値と前記サブ出力手段から出力された前記サブ出力値とが、それぞれ許容範囲内にあるか否かを判断し、許容範囲内にないと判断された場合には前記異常処理手段によって異常処理を行う断線、ショート判断手段を備えることを特徴とする前記請求項 1 から前記請求項 4 のいずれか 1 項に記載のトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力軸と出力軸との間に作用する回転トルクを磁気抵抗の変化として検出するトルクセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電動式動力舵取装置のトルクセンサとして、トーションバを介して連結される入力軸と出力軸との間に作用する回転トルクをトーションバの捩じれ量に伴う磁気抵抗の変化から検出するものがある。この種のトルクセンサには、実開平 1-158936 号および特開平 4-76426 号に示されるように、周囲温度の変化による検出誤差を防止するために 2 つの検出コイルを備えるものがある。

【0003】実開平 1-158936 号に示されるタイプのトルクセンサは、図 15 (a) に示すように、トルクを検出するための検出コイル 71 の他に温度補償用の補償コイル 72 を備えるものである。即ち、検出コイル 71 は、トーションバ 75 を介して連結された出力軸 74 と入力軸 73 において、出力軸 74 に取り付けられた第 1 検出リング 76 と、入力軸 73 に取り付けられた第 2 検出リング 77 との相対変位によりトルクを検出する。また、補償コイル 72 は、入力軸 73 に取り付けられた第 2 検出リング 77 と第 3 検出リング 78 の磁気抵抗を検出することによって周囲温度に対応した検出値を

出力する。このような構成によって、このトルクセンサは、検出コイル71と補償コイル72の出力値の差分を求ることによって、温度変化による誤差が除去された精度の良いトルクを検出できる。

【0004】特開平4-76426号に示されるタイプのトルクセンサは、図17(a)に示すように、2つの検出コイル81, 82から対称な2つの検出値(図17(b))を求め、両者の差分からトルクを検出するものである。即ち、第1検出コイル81は、出力軸84に取り付けられた第2検出リング87と、入力軸83に取り付けられた第1検出リング86との相対変位を検出し、第2検出コイル82は、第2検出リング87と、入力軸83に取り付けられた第3検出リング88との相対変位を検出する。このため2つの検出コイル81, 82からは、対称な2つの検出値C1, C2が得られ、両者の差分からトルクを求ることによって、温度変化による誤差が除去された精度の良いトルクを検出できる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記各タイプのトルクセンサは、各トルクセンサが有する2つのコイルからなる検出回路に異常が生じた場合、これを即座に発見する必要がある。このような検出回路の異常には、断線、ショート、レアショート(回路内への水の浸入、配線の劣化、配線の傷等によって、正常な検出値が出力されない現象、レアショートによって検出値は通常低くなる)の3つの場合が考えられるが、上述したトルクセンサの場合では、断線、ショートは検出できるが、レアショートを検出することが困難であった。この問題点を上記した温度補償用の補償コイル72を備える場合のトルクセンサを例として説明する。なお、本明細書におけるコイルの異常(断線、ショート、レアショート)とは、そのコイル自身の異常だけでなく、そのコイルを主要部分とする検出回路の配線部分を含めた部分の異常を指すものとする。

【0006】図15(b)に示すように検出コイル71と補償コイル72の出力B1, B2は、差動増幅回路81、電圧-電流変換回路83を経て、両者の差分がメイン出力B3として出力される。また、同様に出力B1, B2は、差動増幅回路82、電圧-電流変換回路84を経て、両者の差分がサブ出力B4として出力される。図16(a)に示すように出力B1はトルクをトーションバー75の振じれ量に対応した傾きのある直線となり、出力B2は周囲温度に対応した水平な直線となる。そして、メインおよびサブ出力B3, B4は、基本的に同じ値となり、図16(b)に示す傾きのある直線となる。

【0007】このような出力において、検出コイル71または補償コイル72が断線した場合、図16(a)の一点鎖線で示すように各出力値B1, B2はプラス方向に異常に大きくなり(B1-1, B2-1)、結果的にメインおよびサブ出力B3, B4は共に、図16(b)

の一点鎖線で示すように上方に飛び(B3-1, B4-1)、出力電流値の上限値F1を越えてしまうため、検出コイル71および補償コイル72のいずれかが断線したことを検出できる。

【0008】同様に、検出コイル71または補償コイル72がショートした場合は、図16(a)の二点鎖線で示すように各出力値B1, B2は0に近い値となり(B1-2, B2-2)、結果的にメインおよびサブ出力B3, B4も共に、図16(b)の二点鎖線で示すように0に近い値となってしまい(B3-2, B4-2)、出力電流値の下限値F2を下回ってしまうため、検出コイル71および補償コイル72のいずれかがショートしたことを検出できる。

【0009】しかし、検出コイル71または補償コイル72がレアショートした場合は、図16(a)の破線で示すように各出力値B1, B2は僅かに下方にオフセットした誤差を生じるのみであり(B1-3, B2-3)、結果的にメインおよびサブ出力B3, 4も共に、図16(b)の破線鎖線で示すように僅かに下方にオフセットした誤差を生じるのみである(B3-3, B4-3)。このため、出力値B3-3, B4-3は、出力電流値の上限値F1と下限値F2の間に収まってしまうため、検出コイル71または補償コイル72がレアショートしていることを検出することができない。

【0010】本発明はこのような問題を解決するためになされたものであり、断線、ショートおよびレアショートのいずれの場合の異常も検出できるトルクセンサを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上記問題を解決するためになされたもので、請求項1は、トーションバーを介して連結された入力軸と出力軸との相対回転より前記入力軸と前記出力軸との間に生じる回転トルクを検出するトルクセンサにおいて、前記入力軸および前記出力軸のいずれか一方に取り付けられた第1センサ部および第3センサ部と、前記入力軸および前記出力軸のいずれか他方に取り付けられ前記第1センサ部と前記第3センサ部の間に位置する第2センサ部と、前記第1センサ部と前記第2センサ部との相対回転に基づいた第1検出値を出力する第1検出手段と、前記第2センサ部と前記第3センサ部との相対回転に基づいた第2検出値を出力する第2検出手段と、周囲温度に基づいた基準検出値を出力する第3検出手段と、前記第1検出手段から出力された前記第1検出値と前記第3検出手段から出力された前記基準検出値に基づいてメイン出力値を出力するメイン出力手段と、前記第2検出手段から出力された前記第2検出値と前記第3検出手段から出力された前記基準検出値に基づいてサブ出力値を出力するサブ出力手段と、前記第1検出手段から出力された前記第1検出値と前記第2検出手段から出力された前記第2検出値とに基づいた

差分値があらかじめ定められた許容範囲内にあるか否かを判断する出力値判断手段と、この出力値判断手段によって前記差分値があらかじめ定められた許容範囲内にないと判断された場合、異常処理を行う異常処理手段とを備えたものである。

【0012】請求項2は、トーションバを介して連結された入力軸と出力軸との相対回転より前記入力軸と前記出力軸との間に生じる回転トルクを検出するトルクセンサにおいて、前記入力軸および前記出力軸のいずれか一方を取り付けられた第1センサ部と他方に取り付けられた第2センサ部との相対回転に基づいた第1検出値を出力する第1検出手段と、前記入力軸および前記出力軸のいずれか一方に取り付けられた第3センサ部と他方に取り付けられた第4センサ部との相対回転に基づいた第2検出値を出力する第2検出手段と、周囲温度に基づいた基準検出値を出力する第3検出手段と、前記第1検出手段から出力された前記第1検出値と前記第3検出手段から出力された前記基準検出値に基づいてメイン出力値を出力するメイン出力手段と、前記第2検出手段から出力された前記第2検出値と前記第3検出手段から出力された前記基準検出値に基づいてサブ出力値を出力するサブ出力手段と、前記第1検出手段から出力された前記第1検出値と前記第2検出手段から出力された前記第2検出値とにに基づいた差分値があらかじめ定められた許容範囲内にあるか否かを判断する出力値判断手段と、この出力値判断手段によって前記差分値があらかじめ定められた許容範囲内にないと判断された場合、異常処理を行う異常処理手段とを備えたものである。

【0013】請求項3は、前記請求項1または前記請求項2記載のトルクセンサにおいて、前記出力値判断手段は、前記メイン出力手段から出力された前記メイン出力値と前記サブ出力手段から出力された前記サブ出力値との差分値があらかじめ定められた許容範囲内にあるか否かを判断することを特徴とするものである。請求項4は、前記請求項1から前記請求項3のいずれか1項に記載のトルクセンサにおいて、前記第3検出手段が周囲温度を検出する被検出部は、前記第1センサ部または前記第3センサ部に一体的に取り付けられているものである。

【0014】請求項5は、前記請求項1から前記請求項4のいずれか1項に記載のトルクセンサにおいて、前記出力値判断手段は、前記メイン出力手段から出力された前記メイン出力値と前記サブ出力手段から出力された前記サブ出力値とが、それぞれ許容範囲内にあるか否かを判断し、許容範囲内にないと判断された場合には前記異常処理手段によって異常処理を行う断線、ショート判断手段を備えたものである。

【0015】(作用)請求項1の手段において、メイン出力手段は第1検出手段から出力された入力軸と出力軸との相対変位に基づいた第1検出値と第3検出手段から

出力された周囲温度に基づいた基準検出値よりメイン出力値を出力する。また、サブ出力手段は同様に第2検出手段から出力された第2検出値と第3検出手段から出力された基準検出値よりサブ出力値を出力する。出力値判断手段は、第1検出手段から出力された第1検出値と第2検出手段から出力された第2検出値とにに基づいた差分値があらかじめ定められた許容範囲内にあるか否かを判断し、異常処理手段は、この差分値があらかじめ定められた許容範囲内にないと判断された場合に異常処理を行う。従って、検出されるトルクは、温度補償がされたものであるばかりでなく、リアショート等の異常がある場合には、これを検出することができる。

【0016】また、請求項1の手段は、第1検出手段と第2検出手段において、第2センサ部を兼用してトルクセンサの全長を短くしている。従って、第1検出手段は、第1センサ部と第2センサ部との相対回転に基づいた第1検出値を出力し、同様に第2検出手段は、第2センサ部と第3センサ部との相対回転に基づいた第2検出値を出力する。

【0017】請求項2の手段は、第1検出手段と第2検出手段を完全に分離し、第1検出手段は、第1センサ部と第2センサ部との相対回転に基づいた第1検出値を出力し、第2検出手段は、第3センサ部と第4センサ部との相対回転に基づいた第2検出値を出力する。請求項3の手段は、出力値判断手段がメイン出力手段から出力されたメイン出力値とサブ出力手段から出力されたサブ出力値との差分値があらかじめ定められた許容範囲内にあるか否かを判断する。即ち、温度補償された後の出力で異常の判断を行う。

【0018】請求項4の手段は、第3検出手段が周囲温度を検出する被検出部を第1センサ部または第3センサ部に一体的に取り付けたものである。従って、さらにトルクセンサの全長を短くできるとともに部品点数を低減できる。請求項5の手段は、メイン出力値とサブ出力値とがそれぞれ許容範囲内にあるか否かを判断することによって、断線およびショート等の異常を確実に検出できる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に図面に基づき本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施の形態のトルクセンサは、電動式動力舵取装置に適用されるものとする。図1に示すように本実施の形態のトルクセンサは、主に入力軸11、出力軸12、トーションバ13およびセンサ部20から構成されている。

【0020】入力軸11は、図の上端が図略のハンドルに連結されるようになっており、ハンドルと一体的に回転する。この入力軸11は中空軸で構成され、この中空軸内を貫通するトーションバ13の一端が入力軸11とピン14により一体結合されており、トーションバ13の他端が出力軸12にスライド結合されている。ま

た、出力軸12は入力軸11とニードルベアリング15を介して相対回転可能に連結されている。従って、出力軸12はトーションバー3が捩じれることにより入力軸11と相対回転可能となっている。

【0021】入力軸11の出力軸12側には半径方向に延びる2つのフランジ部11aが形成されている。また、出力軸12の先端には入力軸11のフランジ部11aに対応した位置に切欠き部12aが形成されている。このフランジ部11aと切欠き部12aとは、入力軸11と出力軸12との相対回転方向に対して所定の隙間を有して介挿され、いわゆるマニュアルストッパーを構成し、トーションバー3の捩じり反力より大きなトルクが入力軸11と出力軸12の間に作用するとフランジ部11aと切欠き部12aの側面が当接して入力軸11と出力軸12とが所定角以上に相対回転することを規制するようになっている。

【0022】入力軸11は上ハウジング16にシール部材31とベアリング32とを介して軸承され、出力軸12は下ハウジング17にベアリング33とを介して軸承されている。また、出力軸12には電動モータ65(図3参照)にて回動されるビニオン19と噛合する歯車18がキー結合されている。次に、センサ部20の構成を説明する。図2はセンサ部20の外観を示したものであり、図3はセンサ部20の断面を拡大して示したものである。センサ部20は主に、下側から順に第1センサリング21、第2センサリング22、第3センサリング23および第4センサリング24の4つのセンサリングと、第1検出コイル41、第2検出コイル42、第3検出コイル43の3つの検出コイルから構成されている。

【0023】上記4つのセンサリング21、22、23、24は、筒状の磁性体からなる部材であり、第1センサリング21、第3センサリング23および第4センサリング24の3つのセンサリングは、入力軸11と一緒に回転するようになっており、第2センサリング22は、出力軸12と一緒に回転するようになっている。

【0024】詳細には、第1センサリング21の上端には、一定のピッチで矩形の歯部21aが形成されている。この第1センサリング21は、入力軸11のフランジ部11a外周に、非磁性体の磁気遮蔽スペーサ26を介して嵌挿固定されるとともに、ピン26aによって固定されている。第2センサリング22の上端および下端には、上記した第1センサリング21の歯部21aと等しい一定のピッチの矩形の歯部22a、22bが形成されている。歯部22aは、第1センサリング21の歯部21aと対向しており、歯部22bは、後述する第3センサリング23の歯部23aと対向している。この第2センサリング22は、出力軸12の先端外周に、非磁性体の磁気遮蔽スペーサ27を介して嵌挿固定されるとともに、ピン27aによって固定されている。

【0025】第3センサリング23の下端には、上記した第2センサリング22の歯部22bと等しい一定のピッチの矩形の歯部23aが形成されている。歯部23aは、上述したように第2センサリング22の歯部22bと対向している。この第3センサリング23は、入力軸11の外周に、非磁性体の磁気遮蔽スペーサ28を介して嵌挿固定されるとともに、ピン28aによって固定されている。また、磁気遮蔽スペーサ28の下端側はサークリップ34によって位置決めされている。

【0026】第4センサリング24の下端には、上記した第3センサリング23の歯部23aより少ない歯数の歯部24aが形成されている。歯部24aは、第3センサリング23の歯部23aが形成されていない上端側と対向している。この第4センサリング24は、入力軸11の外周に、非磁性体の磁気遮蔽スペーザ29、30を介して嵌挿固定されている。磁気遮蔽スペーザ29は、磁気遮蔽スペーザ28と磁気遮蔽スペーザ30との間に位置し、第3センサリング23と第4センサリング24との間を所定の隙間r2に位置決めしている。また、磁気遮蔽スペーザ30の上端側はサークリップ35によって位置決められている。

【0027】上述した第1センサリング21の上端および第2センサリング22の下端とは、図2に示すように軸線方向に所定の隙間r1を有して同軸的に配置されている。また、歯部21aおよび歯部22aとの円周方向の重なり長さ(以下、ラップ量H1という)は、ハンドルが中立時(入力軸11と出力軸12の間にトルクが作用していない時)において、所定のラップ量H0となるように設定されている。

【0028】同様に、第2センサリング22の上端および第3センサリング23の下端とは、軸線方向に所定の隙間r1を有して同軸的に配置されている。また、歯部22bおよび歯部23aとのラップ量H2は、H1と同様にハンドルが中立時において、所定のラップ量H0となるように設定されている。図2に示すように、この歯部22b、23aの重なり合う側と、上記した歯部21a、22aが重なり合う側とは反対側となっている。そのため、入力軸11と出力軸12との間に相対回転が生じ、歯部21a、22aのラップ量H1が増大すれば、歯部22b、23aのラップ量H2は同じ割合で減少し、歯部21a、22aのラップ量H1が減少すれば、歯部22b、23aのラップ量H2は同じ割合で増大するようになっている。

【0029】第1検出コイル41、第2検出コイル42、第3検出コイル43の3つの検出コイルは、コイルガイド38を介して上ハウジング16に固定されている。コイルガイド38は磁性体からなる環状部材であり、下側から順にガイドリング部38a、38b、38c、38dを備えている。各ガイドリング部38a、38b、38c、38dは、それぞれ順に第1から第4セ

ンサリング 21, 22, 23, 24 と対向するように固定されており、第1検出コイル 41 はガイドリング部 38a, 38b の間に環状に巻回されることにより、歯部 21a と歯部 22a とが対向する位置に配置されている。

【0030】同様に第2検出コイル 42 はガイドリング部 38b, 38c の間に環状に巻回され、歯部 22b と歯部 23a とが対向する位置に配置されており、第3検出コイル 43 はガイドリング部 38c, 38d の間に環状に巻回され、第3センサリング 23 の上端と歯部 24a とが対向する位置に配置されている。このような構成によって、第1検出コイル 41、第2検出コイル 42、第3検出コイル 43 は、コイルガイド 38 および第1から第4センサリング 21, 22, 23, 24 の間に磁路 R1, R2, R3 を形成する。

【0031】次に本実施の形態の電気的構成を図4に基づいて説明する。上記第1検出コイル 41、第2検出コイル 42、第3検出コイル 43 は、ブリッジ回路を形成しており、各検出コイル 41, 42, 43 の一端は連結されて接地されており、他端は所定の抵抗値を有する抵抗 46, 47, 48 を介して連結されて発振器 44 に接続されている。発振器 44 は、所定の周波数の定電圧交流を発生するようになっている。第1検出コイル 41 と抵抗 46 の間は、ピークホールド回路 51 に接続されている。同様に第2検出コイル 42 と抵抗 47 の間は、ピークホールド回路 52 に接続され、第3検出コイル 43 と抵抗 48 の間は、ピークホールド回路 53 に接続されている。ピークホールド回路 51, 52, 53 は、各検出コイル 41, 42, 43 からの正弦波形の出力の最大値を保持して出力するものである。

【0032】ピークホールド回路 51 は、差動増幅器 54 の非反転入力端子に接続されている。ピークホールド回路 53 は、2つに分岐して一方が差動増幅器 54 の反転入力端子に接続され、他方が差動増幅器 55 の非反転入力端子に接続されている。ピークホールド回路 52 は、差動増幅器 55 の反転入力端子に接続されている。差動増幅器 54 の出力端子は電圧-電流変換回路 56 に接続され、電圧-電流変換回路 56 の出力端子は制御装置 60 に接続されている。また、差動増幅器 55 の出力端子は電圧-電流変換回路 57 に接続され、電圧-電流変換回路 57 の出力端子は制御装置 60 に接続されている。従って、第1検出コイル 41、第2検出コイル 42、第3検出コイル 43 のそれぞれの出力値を A1, A2, A3 とすると、電圧-電流変換回路 56 から出力されるメイン出力 A4 は、 $A4 = A1 - A3 + \alpha$ となり、電圧-電流変換回路 57 から出力されるサブ出力 A5 は、 $A5 = A3 - A2 + \alpha$ となる。 α はオフセット値である。このメイン出力 A4 およびサブ出力 A5 の式と、上述したセンサ部 20 の構成から明らかのようにメイン出力 A4 およびサブ出力 A5 は、正常状態においては基

本的に同じ値となる。また、第1検出コイル 41 の異常、即ち出力 A1 の異常は、メイン出力 A4 のみに影響を与え、サブ出力 A5 には影響を与えないようになっている。逆に第2検出コイル 42 の異常、即ち出力 A2 の異常は、サブ出力 A5 のみに影響を与え、メイン出力 A4 には影響を与えないようになっている。

【0033】制御装置 (ECU) 60 は、中央処理装置 (CPU) 62、インターフェース 61 およびメモリ 63 を主な構成としており、インターフェース 61 を介して上記メイン出力 A4 およびサブ出力 A5 が入力されるようになっている。また、メモリ 63 には、メイン出力 A4 およびサブ出力 A5 に基づいて電動モータ 65 を制御するためのプログラムや、後述するトルク検出回路に異常が生じた時にウォーニングランプ 66 を点灯する等の異常処理を行うプログラム等が記憶されている。

【0034】次に本実施の形態の作用を説明する。図4(a) の実線は正常な状態での第1検出コイル 41、第2検出コイル 42、第3検出コイル 43 の各出力 A1, A2, A3 を示したものであり、図4(b) の実線は正常な状態でのメイン出力 A4 およびサブ出力 A5 を示したものである。

【0035】ハンドルが中立状態にあり、操舵トルクが 0 の状態にある場合には、入力軸 11 と出力軸 12 の間に相対回転は生じていないため、第1センサリング 21 の歯部 21a と第2センサリング 22 の歯部 22a のラップ量 H1 は、初期値 H0 であり、同様に第2センサリング 22 の歯部 22b と第3センサリング 23 の歯部 23a のラップ量 H2 も初期値 H0 である。この状態では各検出コイル 41, 42, 43 の出力 A1, A2, A3 は同じ値となり、メイン出力 A4 およびサブ出力 A5 はオフセット値 α となる。

【0036】この状態よりハンドルを操舵すると、入力軸 11 が回転され、これによりトーションバー 13 が捩じられ、入力軸 11 と出力軸 12 の間に相対回転が生じる。これに伴って、第1センサリング 21、第2センサリング 22 および第3センサリング 23 の間にも相対回転が生じる。即ち、第1センサリング 21 の歯部 21a と第2センサリング 22 の歯部 22a のラップ量 H1 が増大する方向に変位する時、第2センサリング 22 の歯部 22b と第3センサリング 23 の歯部 23a のラップ量 H2 は減少する方向に変位し、歯部 21a と歯部 22a のラップ量 H1 が減少する方向に変位する時、歯部 22b と歯部 23a のラップ量 H2 は増大する方向に変位する。なお、第4センサリング 24 は第3センサリング 23 と同様に入力軸 11 に固定されているため両者の間に相対回転は生じない。

【0037】従って、第1検出コイル 41 と第2検出コイル 42 の出力 A1, A2 は対称に変化する値となり、第3検出コイル 43 の出力 A3 は一定の値となる。そして、メイン出力 A4 およびサブ出力 A5 は同じ値とな

る。なお、このメイン出力A 4 およびサブ出力A 5 は、通常の使用範囲において常に上限値F 1 と下限値F 2 の間にあるように設定されている。なお、上記した正常状態の出力A 1～A 5 の直線は、上記抵抗4 6, 4 7, 4 8 および作動増幅器5 4, 5 5 内の抵抗の抵抗値を変化させることによって所望の直線となるように微調整されるようになっている。

【0038】次に第1検出コイル4 1、第2検出コイル4 2、第3検出コイル4 3 に異常が生じた場合について順に説明する。

〔1. 第1検出コイル4 1 または第2検出コイル4 2 がショートした時〕第1検出コイル4 1 がショートした場合、図5 (a) のA 1-1 に示すように出力A 1 は0 に近い値に飛んでしまうため、メイン出力A 4 も0 に近い値に飛び、下限値F 2 を下回る(図4 (b) のA 4-1)。このため出力A 1 が下限値F 2 から外れたことを検出することによって、第1検出コイル4 1 のショートによる異常を検出することができる。制御装置6 0 はこの異常を検出すると、電動モータ6 5 の停止、ウォーニングランプ6 6 を点灯する等の異常処理を行う。

【0039】第2検出コイル4 2 がショートした場合、図5 (a) のA 2-1 に示すように出力A 2 は0 に近い値に飛んでしまうため、サブ出力A 5 がプラス方向の大きな値に飛び(図5 (b) のA 5-1)、上限値F 1 を上回り、第2検出コイル4 2 のショートによる異常を検出することができる。制御装置6 0 はこの異常を検出することによって、上記第1検出コイル4 1 がショートした場合と同様の異常処理を行う。

【0040】以上のように第1検出コイル4 1 または第2検出コイル4 2 のショートによる異常は、メイン出力A 4 とサブ出力A 5 のそれぞれが下限値F 2 から上限値F 1 までの許容範囲内にあるかを判断することによって検出できる。

〔2. 第1検出コイル4 1 または第2検出コイル4 2 が断線した時〕第1検出コイル4 1 が断線した場合、図6 (a) のA 1-2 に示すように出力A 1 はプラス方向の大きな値に飛んでしまうため、メイン出力A 4 もプラス方向に飛び、上限値F 1 を上回り(図6 (b) のA 4-2)、第1検出コイル4 1 の断線による異常を検出することができる。制御装置6 0 はこの異常を検出することによって、上記第1検出コイル4 1 がショートした場合と同様の異常処理を行う。

【0041】第2検出コイル4 2 が断線した場合、図6 (a) のA 2-2 に示すように出力A 2 はプラス方向の大きな値に飛んでしまうため、メイン出力A 5 が0 に近い値となり(図5 (b) のA 5-2)、下限値F 2 を下回り、第2検出コイル4 2 の断線による異常を検出することができる。制御装置6 0 はこの異常を検出することによって、上記第1検出コイル4 1 がショートした場合と同様の異常処理を行う。

【0042】以上のように第1検出コイル4 1 または第2検出コイル4 2 の断線による異常は、ショートの場合と同様に、メイン出力A 4 とサブ出力A 5 のそれぞれが下限値F 2 から上限値F 1 までの許容範囲内にあるかを判断することによって検出できる。

〔3. 第1検出コイル4 1 または第2検出コイル4 2 がレアショートした時〕第1検出コイル4 1 がレアショートした場合、図7 (a) のA 1-3 に示すように出力A 1 は変動し、正常な値からオフセットした直線となる。このためメイン出力A 4 も変動し、正常な値からオフセットした直線(図7 (b) のA 4-3)となる。一方、第2検出コイル4 2 は正常に作動しているため、サブ出力A 5 は正常な直線となる。従って、正常な出力A 5 と異常な出力A 4-3との間には誤差△ I が生じる。このため、メイン出力A 4 とサブ出力A 5 の間に生じる誤差△ I が許容範囲内にあるかを判断することによって、第1検出コイル4 1 のレアショートによる異常を検出できる。制御装置6 0 はこの異常を検出することによって、上記第1検出コイル4 1 がショートした場合と同様に電動モータ6 5 の停止、ウォーニングランプ6 6 を点灯する等の異常処理を行う。

【0043】同様に第2検出コイル4 2 がレアショートした場合、出力A 2 は変動し、オフセットするため(図7 (a) A 2-3)、サブ出力A 5 も変動し、オフセットする(図7 (a) のA 2-3)。このため、正常なメイン出力A 4 と異常なサブ出力A 5-3との間には誤差△ I が生じる。従って、メイン出力A 4 とサブ出力A 5 の間に生じる誤差△ I が許容範囲内にあるかを判断することによって、第2検出コイル4 2 のレアショートによる異常を検出できる。制御装置6 0 はこの異常を検出することによって、上記第1検出コイル4 1 がショートした場合と同様の異常処理を行う。

【0044】以上のように第1検出コイル4 1 または第2検出コイル4 2 のレアショートによる異常は、メイン出力A 4 とサブ出力A 5 の間に生じる誤差△ I が許容範囲内にあるかを判断することによって検出できる。

〔4. 第3検出コイル4 3 がショートした時〕温度補償のための第3検出コイル4 3 がショートした場合、図8 (a) のA 3-4 に示すように出力A 3 は0 に近い値に飛んでしまう。このため、メイン出力A 4 はプラス方向に飛び、上限値F 1 を上回る(図8 (b) のA 4-4)。また、サブ出力A 5 は0 に近い値に飛び、下限値F 2 を下回る(図8 (b) のA 5-4)。制御装置6 0 はこの異常を検出すると、上記第1検出コイル4 1 がショートした場合と同様に電動モータ6 5 の停止、ウォーニングランプ6 6 を点灯する等の異常処理を行う。

【0045】このように第3検出コイル4 3 のショートは、メイン出力A 4 とサブ出力A 5 のそれぞれが下限値F 2 から上限値F 1 までの許容範囲内にあるかを判断することによって検出できる。

【5. 第3検出コイル4 3が断線した時】第3検出コイル4 3が断線した場合、図9 (a) のA 3-5に示すように出力A 3はプラス方向に飛んでしまう。このため、メイン出力A 4は0に近い値に飛び、下限値F 2を下回る(図9 (b) のA 4-5)。また、サブ出力A 5はプラス方向に飛び、上限値F 1を上回る(図9 (b) のA 5-5)。制御装置6 0はこの異常を検出すると、上記第1検出コイル4 1がショートした場合と同様の異常処理を行う。

【0046】このように第3検出コイル4 3の断線は、メイン出力A 4とサブ出力A 5のそれぞれが下限値F 2から上限値F 1までの許容範囲内にあるかを判断することによって検出できる。

【6. 第3検出コイル4 3がレアショートした時】第1検出コイル4 1がレアショートした場合、図10 (a) のA 3-6に示すように出力A 3は変動し、正常な値からオフセットした直線となる。このため、メイン出力A 4とサブ出力A 5は、互いに逆方向に変動し、正常な値からオフセットした直線(図10 (b) のA 4-6, A 5-6)となる。従って、メイン出力A 4-6とサブ出力A 5-6との間には誤差△ Iが生じる。このため、メイン出力A 4とサブ出力A 5との間に生じる誤差△ Iが許容範囲内にあるかを判断することによって、第3検出コイル4 3のレアショートによる異常を検出できる。制御装置6 0はこの異常を検出することによって、上記第1検出コイル4 1がショートした場合と同様に電動モータ6 5の停止、ウォーニングランプ6 6を点灯する等の異常処理を行う。

【0047】次に以上述べた第1検出コイル4 1、第2検出コイル4 2、第3検出コイル4 3の異常を検出するプログラムの概要を図11のフローチャートに基づいて説明する。異常検出プログラムは、ステップ100においてメイン出力A 4とサブ出力A 5を入力する。そして、ステップ102においてメイン出力A 4が下限値F 2から上限値F 1の間にあるか否かを判断する。メイン出力A 4が下限値F 2から上限値F 1の間にある場合(YES)、ステップ104に移行する。また、メイン出力A 4が下限値F 2から上限値F 1の間にない場合(NO)、3つの検出コイル4 1, 4 2, 4 3のいずれかにショートまたは断線の異常が生じていると考えられるため、ステップ110に移行し、電動モータ6 5の停止、ウォーニングランプ6 6を点灯する等の異常処理を行った後、この異常検出プログラムを終了する。

【0048】ステップ104では、ステップ102と同様にサブ出力A 5が下限値F 2から上限値F 1の間にあるか否かを判断する。サブ出力A 5が下限値F 2から上限値F 1の間にある場合(YES)、ステップ106に移行する。また、サブ出力A 5が下限値F 2から上限値F 1の間にない場合(NO)、3つの検出コイル4 1, 4 2, 4 3のいずれかにショートまたは断線の異常が生

じていると考えられるため、ステップ110に移行して異常処理を行った後、この異常検出プログラムを終了する。

【0049】ステップ106では、メイン出力A 4とサブ出力A 5の差分△ Iが許容範囲内にあるか否かを判断する。この許容範囲は実験を行ってあらかじめ定めたものである。差分△ Iが許容範囲内にある場合(YE S)、ステップ108に移行する。また、差分△ Iが許容範囲内にない場合(NO)、3つの検出コイル4 1, 4 2, 4 3のいずれかにレアショートによる異常が生じていると考えられるため、ステップ110に移行して異常処理を行った後、この異常検出プログラムを終了する。

【0050】ステップ108では、以上のステップによってメイン出力A 4とサブ出力A 5の値は正常なものであると考えられるため、両出力を電動モータ6 5を制御するために出力し、この異常検出プログラムを終了する。ただし、実際に電動モータ6 5を制御に使用されるのはメイン出力A 4のみである。このように上記した異常検出プログラムを経たメイン出力A 4とサブ出力A 5は、第3検出コイル4 3の出力値を基準としているため周囲温度の影響による誤差が取り除かれ、しかも3つの検出コイル4 1, 4 2, 4 3のいずれにも異常がない信頼性の高い値となる。

【0051】以上述べたように本実施の形態のトルクセンサは、2つのトルク検出値A 1, A 2と、1つの温度補償値A 3より、温度補償されたメイン出力A 4とサブ出力A 5を検出し、この2つの出力A 4, A 5からトルク検出回路の異常を検出するものである。本実施の形態では、2つのトルク検出値A 1, A 2を検出するためのセンサリングは、センサリング2 1, 2 2, 2 3の3つであり、センサリング2 2を両トルク値A 1, A 2を求める際に兼用することによって、トルクセンサの小型化と部品点数の削減を実現している(請求項1に対応する)。しかし、トルク検出値A 1, A 2を完全に分離し、それぞれ1組ずつの計2組のセンサリングの相対変位からトルク値を検出する構成としても良い(請求項2に対応し、2組のセンサリングの相対変位からトルク値を検出する手段が第1、第2検出手段に対応する)。また、本実施の形態を請求項2に対応させると、第1、第2センサ部に第1、第2センサリング2 1, 2 2が対応し、第3、第4センサ部に第2、第3センサリング2 2, 2 3が対応する)。この場合、トルク検出値A 1, A 2を求めるためのセンサリングの数は4つ(温度補償を併せると5つ)となる。

【0052】また、本実施の形態のトルクセンサは、2つのトルク検出値A 1, A 2を検出するために、入力軸1 1に第1センサリング2 1および第3センサリング2 3を取り付け、出力軸1 2に第2センサリング2 2を取り付けた構成となっているが、逆に入力軸1 1に第2セ

ンサリングを取り付け、出力軸12に第1センサリングおよび第3センサリングを取り付けた構成としても良い。

【0053】さらに、本実施の形態のトルクセンサは、温度補償された後のメイン出力A4とサブ出力A5を比較してレアショートを検出しているが（請求項3に対応）、2つのトルク検出値A1、A2を比較することによって、レアショートを検出し、正常と判断した後に温度補償をする構成としても良い。次に第2の実施の形態について説明する。上記第1の実施の形態のトルクセンサは、トルクセンサの軸方向の長さが従来のものに比べて長くなることを防止するために、第1センサリング21をマニュアルストッパ部である入力軸11のフランジ部11a外周に取り付けているが、第2の実施の形態は、さらに全長を短くしたものである。

【0054】上記第1の実施の形態では、第1から第3センサリング21、22、23の上端または下端に歯部21a、22a、22b、23aを形成し、センサリングのラップ量H1、H2の変化を軸方向で検出する構成としている。次に示す第2の実施の形態では、第1から第3センサリングが重なり合うように配置し、センサリングのラップ量の変化を径方向で検出する構成としている。また、第1の実施の形態の第3センサリング23と第4センサリング24を一体化した構成となっている。第1の実施の形態と第2の実施の形態では、第1の実施の形態と異なる部分のみを説明し、それ以外の同じ部分は第1の実施の形態と同じ番号を付して説明を省略する。

【0055】図12は第2の実施の形態を示したものである。図13(a)は図11のA矢視図であり、

(b)は図11のB-B断面であり、(c)は図11のC-C断面である。また、図14(a)は第3センサリング230の上面図であり、(b)は第3センサリング230の側面図である。第2の実施の形態のセンサ部200は主に、下側から順に第1から第3センサリング210、220、230と第1から第3検出コイル41、42、43の3つの検出コイルから構成されており、第3センサリング230が第1の実施の形態の第3センサリング23と第4センサリング24を兼ねた構成となっている。

【0056】第1センサリング210の上端には、一定のピッチで片側が傾斜した台形形状の歯部210aが形成されている。この第1センサリング210は、入力軸11のフランジ部11a外周に、非磁性体の磁気遮蔽スペーサ260を介して嵌挿固定されるとともに、ピン260aによって固定されている。第2センサリング220の上端および下端には、上記した第1センサリング210の歯部210aと等しい一定のピッチの矩形の歯部220a、220bが形成されている。第2センサリング220は、第1センサリング210よりも径が小さく、内側に位置するようになっており、歯部220aは、第1センサリング210の歯部210aと重なり合い、歯部220bは、後述する第3センサリング230の歯部230aと重なり合うようになっている。この第2センサリング220は、出力軸12の先端外周に、非磁性体の磁気遮蔽スペーサ270を介して嵌挿固定されるとともに、ピン270aによって固定されている。

【0057】第3センサリング230の下端には、上記した第2センサリング220の歯部220aと等しい一定のピッチで片側が傾斜した台形形状の歯部230aが形成されている。第3センサリング230は、第1センサリング210と同じ径を有し、第2センサリング220の外側に位置するようになっている。また、この歯部230aに形成された傾斜の方向は図13(a)に示すように歯部210aの傾斜方向と逆方向となっている。

また、第3センサリング230の上端には、第1の実施の形態の第4センサリング24に相当する歯部240が形成されている。歯部240は、上記した歯部210a、220a、220b、230aの歯数よりも少ない歯数となっている（本第2の実施の形態の場合は2枚）。

【0058】この第3センサリング230は、入力軸11の外周に、非磁性体の磁気遮蔽スペーサ280を介して嵌挿固定されるとともに、ピン280aによって固定されている。また、磁気遮蔽スペーサ280の下端側はサークリップ340によって位置決めされている。また、磁気遮蔽スペーサ280の上側には、非磁性体の磁気遮蔽スペーサ290が取り付けられており、この磁気遮蔽スペーサ290の上端側はサークリップ350によって位置決めされている。

【0059】上述した第1センサリング210の上側および第2センサリング220の下側は、図13(b)に示すように半径方向に所定の隙間r3を有して同軸的に配置されている。また、歯部210aおよび歯部220aとが三角形状に重なり合うラップ量H3は、ハンドルが中立時において、所定の初期量H0となるように設定されている。同様に、第2センサリング220の上側および第3センサリング230の下側とは、半径方向に所定の隙間r3を有して同軸的に配置されている。また、歯部210aおよび歯部220aとのラップ量H4は、ハンドルが中立時において、所定の初期量H0となるように設定されている。

【0060】図13(a)に示すように、この歯部220b、230aの重なり合う側と、上記した歯部210a、220aが重なり合う側とは反対側となっている。このため、入力軸11と出力軸12との間に相対回転した時には、歯部210a、220aのラップ量H3が増大すれば、歯部220b、230aのラップ量H4は同じ割合で減少し、歯部210a、220aのラップ量H3が減少すれば、歯部220b、230aのラップ量H

4は同じ割合で増大するようになっている。

【0061】第1検出コイル41、第2検出コイル42、第3検出コイル43の3つの検出コイルの構成は、第1の実施の形態と基本的に同じである。ただし、コイルガイド38のガイドリング部38a、38b、38c、38dは、それぞれ順に第1センサリング210、第2センサリング220、第3センサリング230の歯部230aの末端部、第3センサリング230の歯部240に対向するように固定されている。また、第1検出コイル41は歯部210aと歯部220aとが重なり合う位置に対向して配置され、第2検出コイル42は歯部220bと歯部230aとが重なり合う位置に対向して配置され、第3検出コイル43は第3センサリング230の歯部240の末端部に対向する位置に配置されている。

【0062】以上述べた構成によって、第2の実施の形態のトルクセンサは、第1の実施の形態と同様に温度補償と、レアショートを含めた検出コイルの異常検出の両方の機能を備えるとともに、トルクセンサの全長を短くすることができる。また、第1の実施の形態では、センサリングが4枚であるのに対し、第2の実施の形態では3枚となり、部品点数が減少しコストを低減することができる。

【0063】

【発明の効果】以上述べたように本発明の請求項1の手段は、第1および第2検出手段によって、2つのトルク値を検出し、それぞれの検出値を第3検出手段より検出された温度補償値によって補正し、温度補償されたメイン出力とサブ出力を得る。そして、両者の差分によって異常があるか否かを検出できるようにしたために、レアショートのような従来検出できなかった異常を検出できるという効果を有する。

【0064】また、請求項1の手段は、第2センサ部を第1および第2検出手段で兼用することによって、センサ部を3つとしたためにトルクセンサの全長を短くできるとともに部品点数を低減できる。請求項2の手段は、第1および第2検出手段を完全に分離することによって、単純な構成で、上記効果を得ることができる。

【0065】請求項4の手段は、第3検出手段が周囲温度を検出する被検出部を第1センサ部または第3センサ部に一体的に取り付けたために、さらにトルクセンサの全長を短くできるとともに部品点数を低減できる。請求項5の手段は、メイン出力値とサブ出力値とがそれぞれ許容範囲内にあるか否かを判断することによって、断線

およびショート等の異常を確実検出できる。従って、本発明は温度補償された正確なトルク値を検出できるだけでなく、ショート、断線、レアショートのいずれの異常の検出も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のトルクセンサの縦断面図である。

【図2】第1実施の形態のセンサ部の外観を示した図である。

【図3】第1実施の形態のセンサ部の縦断面を示した図である。

【図4】第1実施の形態の電気的構成を示した図である。

【図5】第1実施の形態において正常時と第1または第2検出コイルがショートした時を示した図である。

【図6】第1実施の形態において第1または第2検出コイルが断線した時を示した図である。

【図7】第1実施の形態において第1または第2検出コイルがレアショートした時を示した図である。

【図8】第1実施の形態において第3検出コイルがショートした時を示した図である。

【図9】第1実施の形態において第3検出コイルが断線した時を示した図である。

【図10】第1実施の形態において第3検出コイルがレアショートした時を示した図である。

【図11】第1実施の形態の作用の概要を示したフローチャートである。

【図12】本発明の第2の実施の形態のトルクセンサの縦断面図である。

【図13】図12の詳細部を示した図である。

【図14】第2の実施の形態の第3センサリングを示した図である。

【図15】従来技術の第1の例を示した図である。

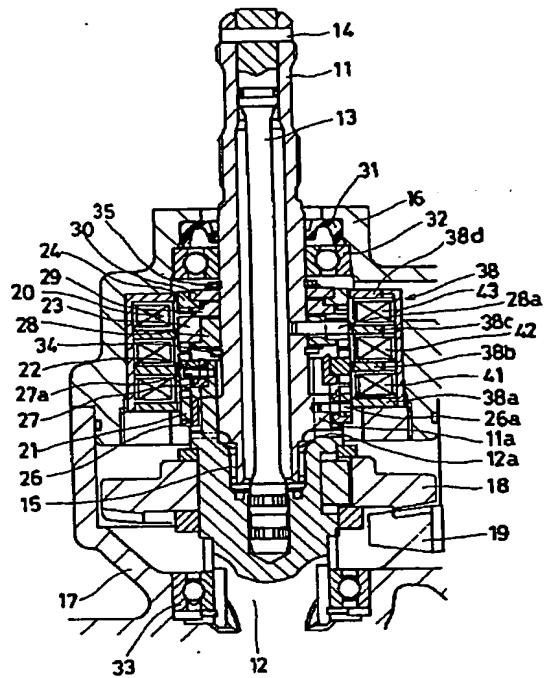
【図16】従来技術の課題を説明するための図である。

【図17】従来技術の第2の例を示した図である。

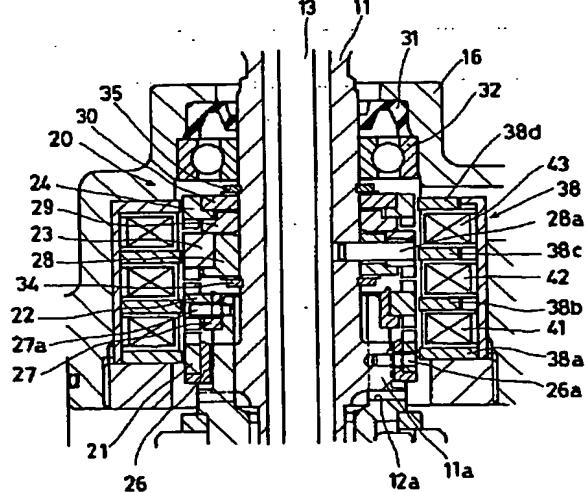
【符号の説明】

1 1	入力軸
1 2	出力軸
1 3	トーションバー
2 0	センサ部
2 1, 2 2, 2 3, 2 4	第1、第2、第3、第4 センサリング
4 1, 4 2, 4 3	第1、第2、第3コイル

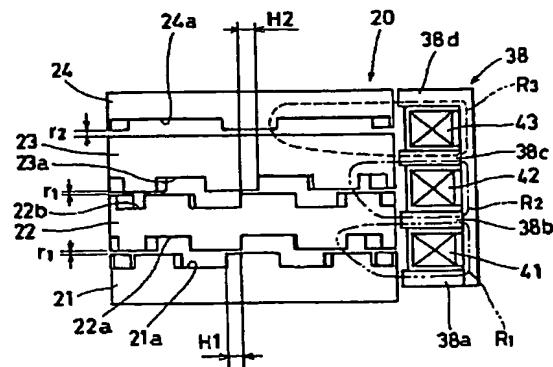
【図1】



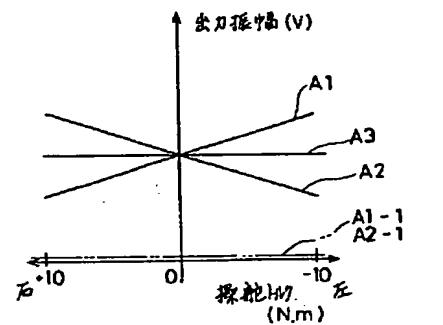
【図3】



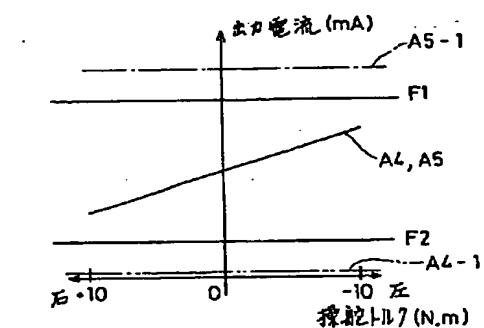
【図2】



【図5】

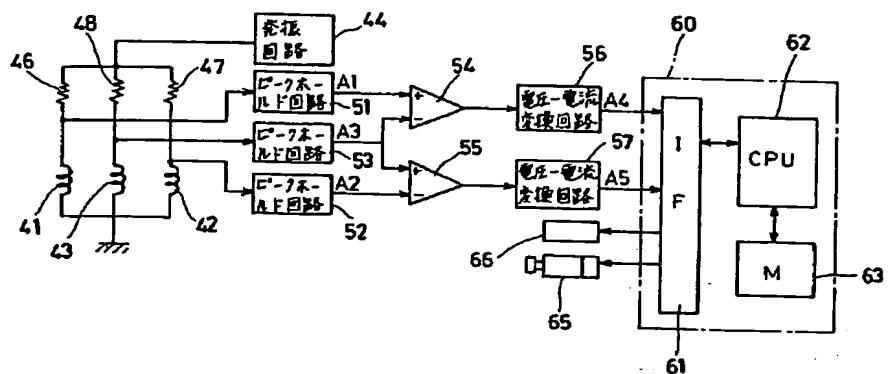


(a)

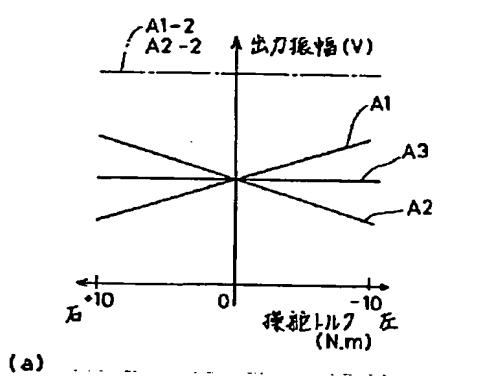


(b)

【図4】

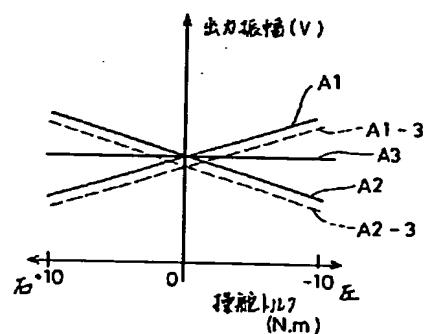


【図6】

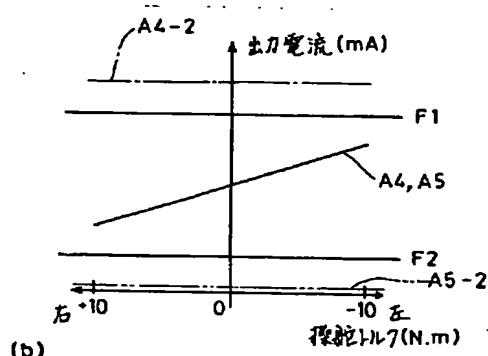


(a)

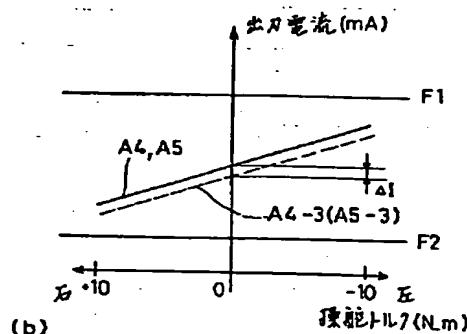
【図7】



(a)

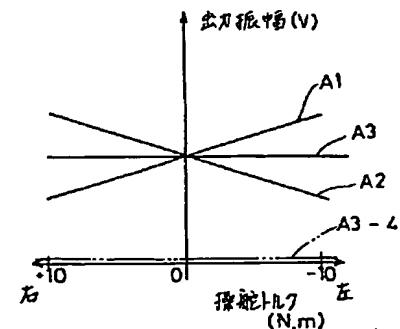


(b)

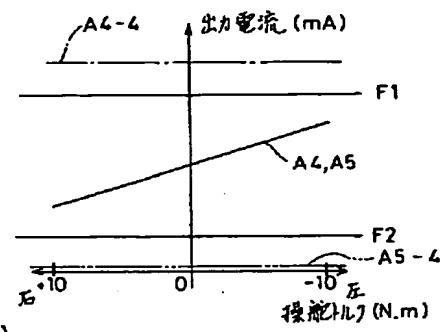


(b)

【図8】

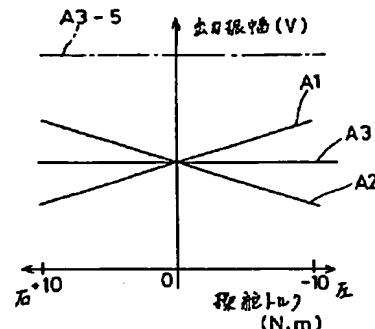


(a)

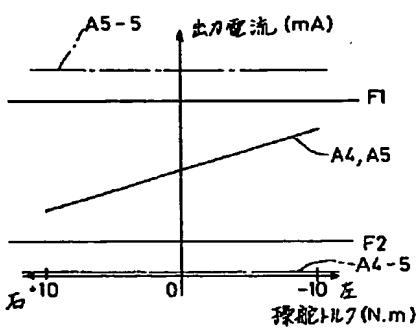


(b)

【図9】

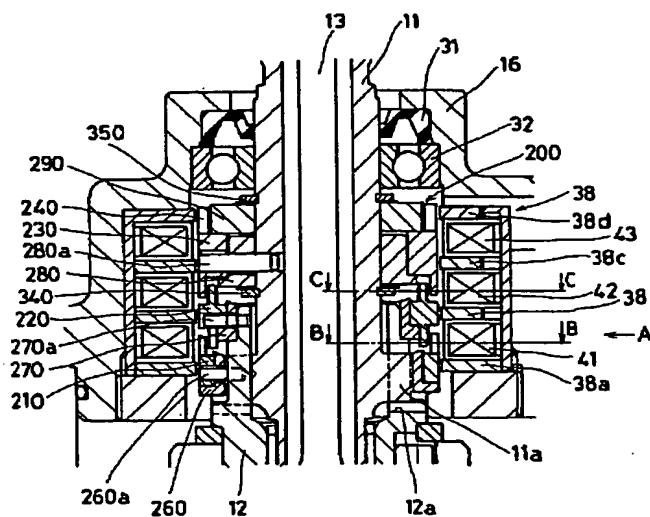


(a)

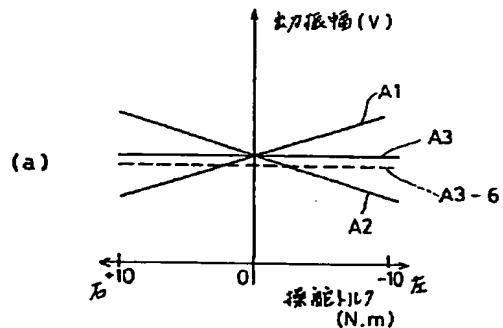


(b)

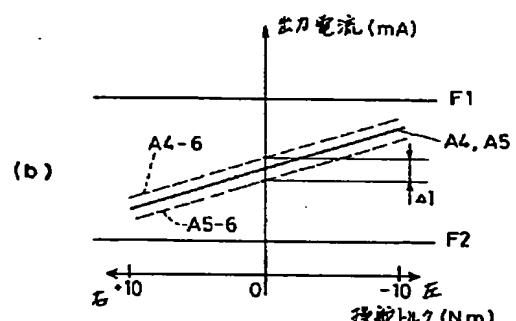
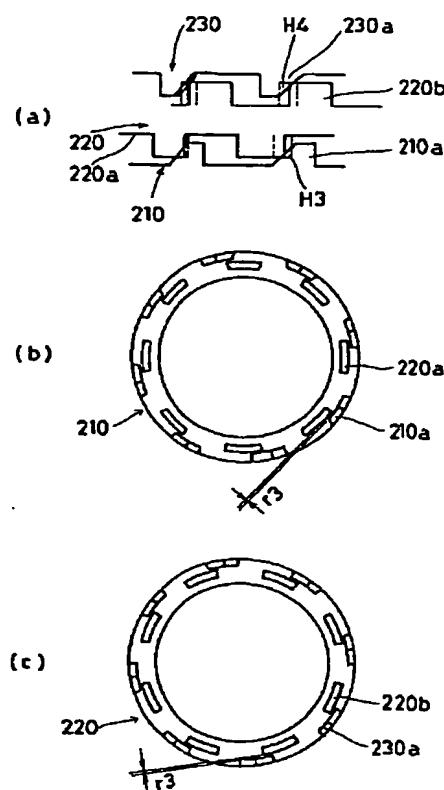
【図12】



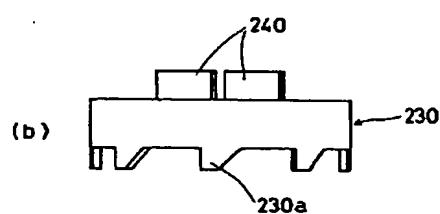
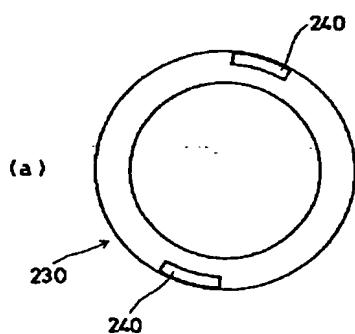
【図10】



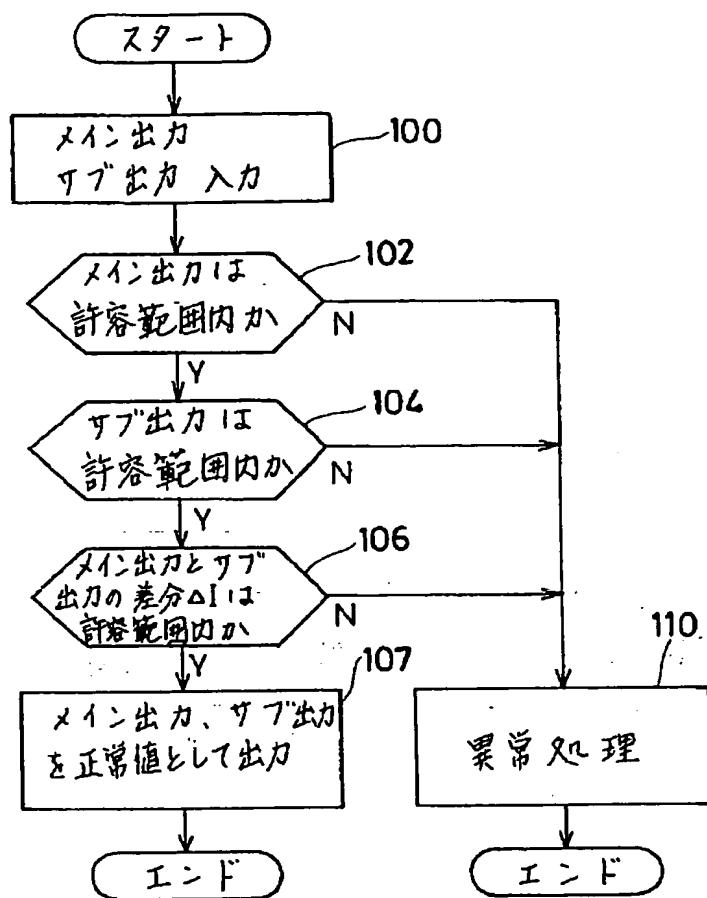
【図13】



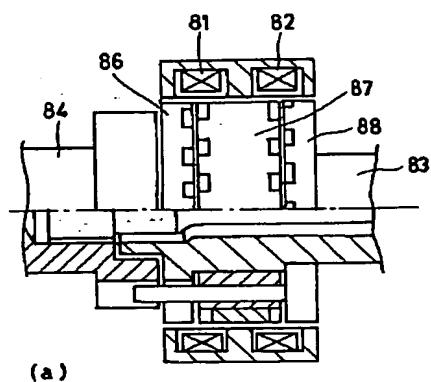
【図14】



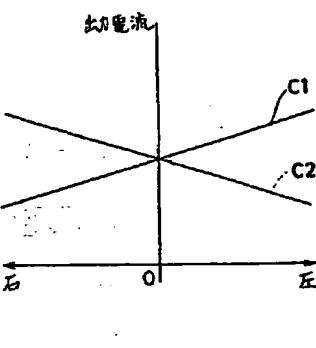
【図11】



【図17】

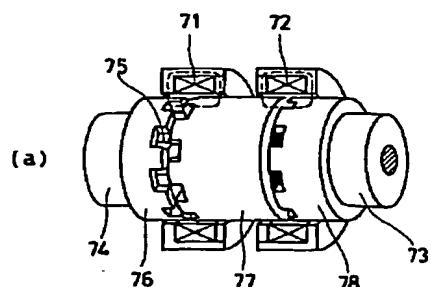


(a)

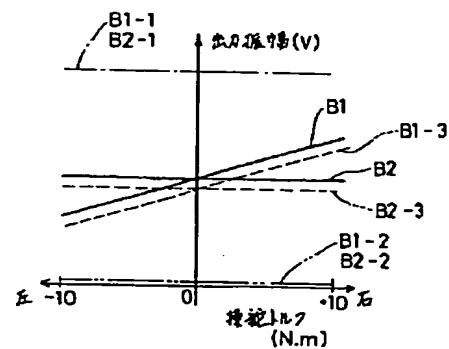


(b)

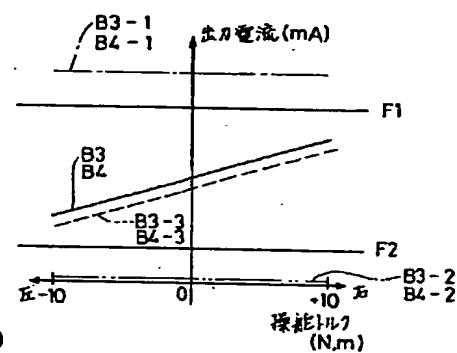
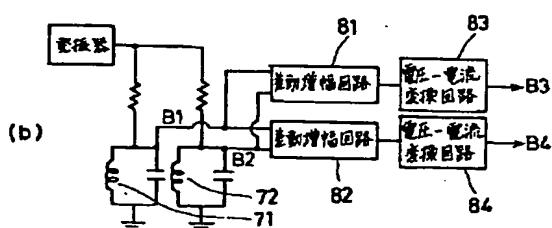
【図15】



【図16】



(a)



(b)